

(11)特許出願公開番号

特開2002-256853

(P2002-256853A)

(43)公開日 平成14年9月11日(2002.9.11)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テーマコード(参考) |
|-------------------------------------|-------|---------------|----------------------------------|
| F 0 1 N 3/08 | Z A B | F 0 1 N 3/08 | Z A B C 3 G 0 9 0 A 3 G 0 9 1 |
| B 0 1 D 39/14 | | B 0 1 D 39/14 | K 4 D 0 1 9 |
| 53/94 | | B 0 1 J 19/08 | E 4 D 0 4 8 |
| B 0 1 J 19/08 | | F 0 1 N 3/02 | 3 0 1 E 4 G 0 7 5 |
| 審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁) 最終頁に続く | | | |

(21)出願番号 特願2001-59005(P2001-59005)

(22)出願日 平成13年3月2日(2001.3.2)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 竹島 伸一

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 広田 信也

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外3名)

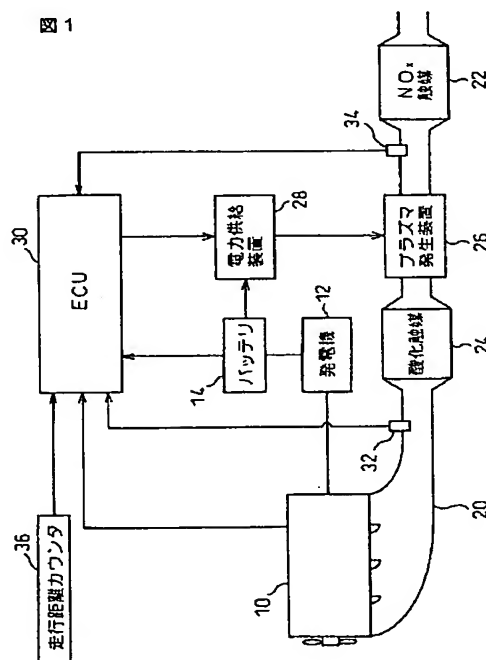
[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57)【要約】

【課題】 内燃機関の排気通路に吸蔵還元型 NO_x 触媒及びプラズマ発生装置を配置した排気浄化装置において、プラズマ発生装置を効率よく作動させてエネルギー消費を抑制しつつ、触媒に吸蔵された NO_x 、 SO_x 等の有害物質の放出・還元を迅速化することにより浄化率の向上を図る。

【解決手段】 吸蔵還元型 NO_x 触媒２２に吸蔵された有害物質を放出させる処理が実行されるときにプラズマ発生装置２６を作動させる。また、吸蔵還元型 NO_x 触媒２２の温度が所定の第一の温度以下であるとき又は該第一の温度よりも高い所定の第二の温度以上であるときにも、プラズマ発生装置２６を作動させる。その他のときには、プラズマ発生装置２６の作動を停止する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 排気通路に吸蔵還元型 NO_x 触媒が配置されるとともに該吸蔵還元型 NO_x 触媒より上流側の排気通路に又は該吸蔵還元型 NO_x 触媒と一体的にプラズマ発生装置が配置された内燃機関の排気浄化装置において、前記吸蔵還元型 NO_x 触媒に吸蔵された有害物質を放出させる処理が実行されるときに前記プラズマ発生装置を作動させる制御手段が設けられていることを特徴とする、内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 2】 前記制御手段は、前記吸蔵還元型 NO_x 触媒の温度が所定の第一の温度以下であるとき又は該第一の温度よりも高い所定の第二の温度以上であるときにも、更に前記プラズマ発生装置を作動させる、請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 3】 前記吸蔵還元型 NO_x 触媒の前段に酸化触媒が配置され、前記プラズマ発生装置が前記酸化触媒と前記吸蔵還元型 NO_x 触媒との間に配置される、請求項 1 又は請求項 2 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 4】 前記吸蔵還元型 NO_x 触媒が微粒子物質を捕集可能なフィルタに担持されている、請求項 1 から請求項 3 までのいずれか一項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】燃料の経済性の観点から、ガソリン機関において希薄燃焼（リーンバーン）機関が開発されるとともに、ディーゼル機関の適用範囲が拡大されつつある。ディーゼル機関や希薄燃焼ガソリン機関では、大きな空気過剰率の下で燃料が燃焼せしめられるため、不完全燃焼成分である HC （炭化水素）及び CO （一酸化炭素）の排出量が少ない反面、空気中の窒素と燃え残りの酸素とが反応して生成される NO_x （窒素酸化物）の排出量が多くなる。

【0003】このように比較的多量に生成される有害な NO_x の大気中への放出量を低減するために、機関排気系に吸蔵還元型 NO_x 触媒を配置することが知られている。吸蔵還元型 NO_x 触媒は、排気ガス中の酸素濃度が高いときに NO_x を硝酸塩の形態で吸収する一方、排気ガス中の酸素濃度が低くなると吸収した NO_x を放出するとともに、放出した NO_x を排気ガス中の HC や CO 等の還元成分によって還元浄化させるものである。このように、吸蔵還元型 NO_x 触媒を備えた内燃機関では、酸素濃度が高い希薄燃焼の排気ガス中から NO_x を良好に吸収し、定期的なリッチ混合気燃焼運転（リッチスパイク運転）によって、排気ガス中の酸素濃度を低下させるとともに排気ガス中に HC や CO 等の還元成分を存在させ、吸収した NO_x を大気中に放出させることなく良

好に還元・浄化することができる。

【0004】ところで、内燃機関の燃料には硫黄が含まれており、燃焼に際して SO_x も生成される。 SO_x は、吸蔵還元型 NO_x 触媒へ NO_x と同様に酸化されて硫酸塩の形態で吸収される。硫酸塩は、安定な物質であるために、通常のリッチ混合気燃焼運転を実施しても吸蔵還元型 NO_x 触媒から放出され難く、 SO_x 吸蔵量が徐々に増加してしまう。吸蔵還元型 NO_x 触媒中の硝酸塩又は硫酸塩の吸蔵可能量は有限であるため、吸蔵還元型 NO_x 触媒中の硫酸塩の吸蔵量が増加（以下、 SO_x 被毒と称する）すれば、硝酸塩の吸蔵可能な量がその分だけ減少することとなるので、吸蔵還元型 NO_x 触媒中の硫酸塩の吸蔵量を減少（以下、 SO_x 被毒回復又は硫黄脱離再生と称する）させなければ、遂には、全く NO_x を吸収することができなくなってしまう。

【0005】硫酸塩は、吸蔵還元型 NO_x 触媒が 600℃ 程度の高温となり、かつ、周囲の酸素濃度が低下したときに、例えば SO_2 に分解して気体として触媒から放出させることができる。それにより、硫黄脱離再生（ SO_x 被毒回復）のためには、例えば、吸蔵還元型 NO_x 触媒上で HC や CO を燃焼させて吸蔵還元型 NO_x 触媒を昇温させることが必要である。これを実施するために、定期的にリッチ空燃比で運転することが行われている。

【0006】硫黄脱離再生（ SO_x 被毒回復）は、 K_2SO_4 を SO_2 に還元して放出することを目的としている。しかし、強度のリッチ空燃比で運転が行われているため、 H_2 などの還元成分が存在しており、一旦脱離した SO_2 が更に S 又は H_2S へと還元されることがある。そして、この S 又は H_2S が触媒に再び K_2SO_4 の形で吸蔵されることとなり、触媒が毒されてしまう。かくして、次の脱離が抑制され、 SO_2 として完全に硫黄分を触媒から放出させるのに長時間を要している。そのため、通常の走行では容易に SO_x 被毒回復処理を実施することができずに NO_x 浄化率が低下し、また、たとえ SO_x 被毒回復処理を実施することができたにしても燃費の悪化を招いている。

【0007】硫黄脱離再生（ SO_x 被毒回復）の処理時間を短縮するために平均空燃比を弱リッチにしてリーン／リッチを繰り返すことにより、 S 又は H_2S までの還元を抑制することが提案されている。しかし、やはり微視的にみて被毒と再酸化による被毒回復とが繰り返されることによって再生時間がわずかに短縮されるに過ぎない。また、再被毒を抑制するために、ストイキに近い空燃比の下で硫黄脱離を行おうとした場合には、還元力が弱く、硫黄脱離はほとんど起こらない。

【0008】一方、吸蔵還元型 NO_x 触媒による NO_x 浄化率を向上させるためには、吸蔵されにくい NO を予め NO_2 に酸化しておくことが有効である。そこで、特開

の上流にプラズマ発生装置を配置し、NOをNO_xに変換させて吸蔵能力の向上を図った排気浄化装置を開示している。しかし、この排気浄化装置では、常にプラズマ発生装置を作動させてプラズマを生成しておくようにすると、エネルギーロスが大きいという問題が生ずる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述した問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、内燃機関の排気通路に吸蔵還元型NO_x触媒及びプラズマ発生装置を配置した排気浄化装置において、プラズマ発生装置を効率よく作動させてエネルギー消費を抑制しつつ、触媒に吸蔵されたNO_x、SO_x等の有害物質の放出・還元を迅速化することにより浄化率の向上を図ることにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の第一の側面によれば、排気通路に吸蔵還元型NO_x触媒が配置されるとともに該吸蔵還元型NO_x触媒より上流側の排気通路に又は該吸蔵還元型NO_x触媒と一体的にプラズマ発生装置が配置された内燃機関の排気浄化装置において、前記吸蔵還元型NO_x触媒に吸蔵された有害物質を放出させる処理が実行されるときに前記プラズマ発生装置を作動させる制御手段が設けられていることを特徴とする、内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0011】この排気浄化装置においては、吸蔵還元型NO_x触媒に吸蔵された有害物質を放出させる処理の実行時、すなわちNO_xの還元・浄化のためのリッチスパイク運転時又はSO_xの被毒回復のためのリッチ運転時に、プラズマ発生装置が作動してプラズマが発生するため、有害物質の放出、還元反応が速やかに進むとともに、全ての領域でプラズマ発生装置が作動しないため、エネルギー消費が抑制される。

【0012】また、本発明の第二の側面によれば、好ましくは、前記制御手段は、前記吸蔵還元型NO_x触媒の温度が所定の第一の温度以下であるとき又は該第一の温度よりも高い所定の第二の温度以上であるときにも、更に前記プラズマ発生装置を作動させる。触媒温度が高いとき又は低いときにはNO_xの吸収率が低くなるが、この排気浄化装置においては、このようなときにもプラズマ発生装置が作動してプラズマが発生するため、NO_x浄化率の向上が図られる。

【0013】また、本発明の第三の側面によれば、好ましくは、前記吸蔵還元型NO_x触媒の前段に酸化触媒が配置され、前記プラズマ発生装置が前記酸化触媒と前記吸蔵還元型NO_x触媒との間に配置される。この排気浄化装置においては、プラズマ発生装置の前段に酸化触媒が配置されることで余分な還元剤が酸化触媒で消費され、プラズマの作用で生成されたNO_xや活性酸素などの活性種が還元剤と反応する量が低減せしめられ、吸蔵

還元型NO_x触媒へ十分な活性種が送られることとなる。

【0014】また、本発明の第四の側面によれば、前記吸蔵還元型NO_x触媒が微粒子物質を捕集可能なフィルタに担持される。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

【0016】図1は、本発明の一実施形態に係る内燃機関の排気浄化装置の全体構成を示す概略図である。符号10は、ディーゼル機関又は希薄燃焼ガソリン機関の本体を示す。機関本体10には、機関本体10によって駆動される発電機12が接続されている。発電機12によって発生せしめられた電気は、バッテリー14に蓄えられる。

【0017】機関本体10から延在する排気通路20には、二つの触媒が配置されている。下流側の触媒は吸蔵還元型NO_x触媒22であり、上流側の触媒は酸化触媒24である。そして、酸化触媒24と吸蔵還元型NO_x触媒22との間には、プラズマ発生装置26が配置されている。なお、プラズマ発生装置26は、吸蔵還元型NO_x触媒22に一体的に搭載されてもよい。

【0018】そのプラズマ発生装置26には、電力供給装置28から電力が供給される。電力供給装置28は、バッテリー14から供給される直流電圧を交流電圧へ変換するとともに、その周波数及び交流電圧値を調整してプラズマ発生装置26への投入電力を変化させる。

【0019】電子制御装置(ECU)30は、機関本体10及び電力供給装置28を制御するものであり、バッテリー14から電力の供給を受けて作動する。電子制御装置30は、機関本体10の運転状態を検出するとともに、酸化触媒24より上流側に設けられた空燃比(A/F)センサ32、プラズマ発生装置26と吸蔵還元型NO_x触媒22との間に設けられた排気温度センサ34等の各種センサの出力信号を受け取る。また、電子制御装置30は、機関が搭載された車両に設けられた走行距離カウンタ36から走行距離を検出することができる。

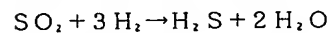
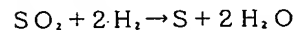
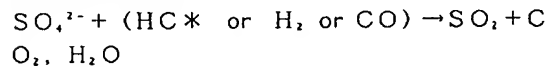
【0020】図2は、ECU30によって実行される排気浄化処理の手順を示すフローチャートである。まず、ステップ102では、A/Fセンサ32、排気温度センサ34及び走行距離カウンタ36の各出力からそれぞれ空燃比、排気温度及び走行距離が検出されるとともに、機関運転状態から吸蔵還元型NO_x触媒22の触媒温度が推定される。

【0021】次いで、ステップ104では、前回のSO_x被毒回復処理の実行時からの走行距離が所定値以上か否かが判定される。その走行距離が所定値以上のときには、ステップ106に進み、SO_x被毒回復処理が実行される一方、走行距離が所定値未満のときには、ステップ108に進む。なお、NO_x触媒22のNO_x吸蔵量の

低下により回復処理の実行時期を判定するようにしてもよい。

【0022】ステップ106では、排気温度と空燃比とに応じて供給交流電圧の周波数及び電圧値を調整してプラズマ発生装置26を作動させつつ、SO_x被毒回復処理が実行される。このSO_x被毒回復処理では、空燃比の中心がストイキ又は弱リッチとなるように制御される。そのため、排気ガス中のH₂、COなどの還元成分の量は、強度のリッチ空燃比の下で行われていた従来のSO_x被毒回復処理と比較して、わずかなものとなる。しかし、プラズマ発生装置26の作動により、還元成分は活性化され、その還元力は強くなっているため、わずかな一定量の還元成分でも短時間に触媒から硫黄を脱離させることができる。

【0023】そして、H₂などの還元成分がわずかしち生成されないため、硫酸塩の分解による主成分はSO₂となり、触媒の再被毒が抑制される。すなわち、水素が余剰に存在すると、



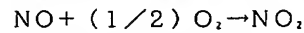
という反応により、S及びH₂Sが生成されて、再被毒が起こる。しかし、本実施形態では、ストイキ近傍の空燃比での運転により生じた少量の還元ガスをプラズマで活性化することによりSO_x被毒回復処理を行っているため、硫酸塩を分解してSO₂として放出するのみで、S又はH₂Sへの更なる還元は生ぜず、再被毒は起こらない。ステップ106の実行後、本ルーチンは、終了する。

【0024】ステップ104でSO_x被毒回復処理の実行条件が成立しなかったときに実行されるステップ108では、リッチスパイク運転の実行中であるか否かが判定される。すなわち、本実施形態においては、別途実行されている燃料噴射制御において定期的にNO_xの還元・浄化のためのリッチスパイク運転がなされているが、かかるリッチスパイク運転中であるか否かが判定される。

【0025】リッチスパイク運転中であれば、ステップ110に進み、排気温度と空燃比とに応じて供給交流電圧の周波数及び電圧値を調整しつつプラズマ発生装置26が作動せしめられる。かくして、排気ガス中の還元成分(HC)が活性化され、吸蔵還元型NO_x触媒22に吸蔵されたNO_xの還元が促進される。ステップ110の実行後、本ルーチンは終了する。

【0026】ステップ108でリッチスパイク運転中ではないと判定されたときには、ステップ112に進み、吸蔵還元型NO_x触媒22の触媒温度TCが所定の温度T₁未満か否かが判定される。TC < T₁が成立する触媒低温領域にあっては、ステップ110に進み、プラズマ発

生装置26が作動せしめられる。かくして、



なる酸化反応が促進され、NOは、NO_x触媒22に吸蔵されやすいNO₂へと交換される。

【0027】ステップ112で低温領域にないとは判定されたときには、ステップ114に進み、吸蔵還元型NO_x触媒22の触媒温度TCが所定の温度T₂(T₁ < T₂)より大きいかが判定される。T₂ < TCが成立する触媒高温領域にあっては、ステップ110に進み、プラズマ発生装置26が作動せしめられる。触媒高温領域では、NO_xの吸蔵がされにくくなるが、プラズマで生成された活性酸素がNO_xと反応することにより、NO_xのNO₂への酸化が促進されて触媒への吸蔵が進み、NO_x浄化率が向上する。

【0028】ステップ104、108、112及び114の全てで条件が成立しなかったときには、ステップ116に進み、プラズマ発生装置26の作動が停止される。かくして、全ての領域でプラズマ発生装置が作動するわけではないため、エネルギー消費が抑制される結果となる。

【0029】なお、プラズマ発生装置26を作動させるべく、プラズマ発生装置26へ供給する交流電圧の電圧値及び周波数を排気温度と空燃比とに応じて調整するに際し、吸蔵還元型NO_x触媒22の暖機前と暖機後とで制御マップを切り換えることが好ましい。図3及び図4は、プラズマ発生装置への供給交流電圧の電圧値及び周波数を排気温度及び空燃比(A/F)に応じて定めたマップを例示する図であって、図3は触媒暖機前、図4は触媒暖機後にそれぞれ適用されるものである。これらのマップによれば、触媒暖機後に比較して触媒暖機前では、周波数が大きくされているが、これは、触媒暖機前には触媒が活性化されていないことに対応させたものである。

【0030】また、本実施形態においては、吸蔵還元型NO_x触媒22の前段に酸化触媒24が配置され、プラズマ発生装置26が酸化触媒24と吸蔵還元型NO_x触媒22との間に配置される構成となっている。したがって、余分な還元剤が酸化触媒24で消費され、プラズマの作用で生成されたNO₂や活性酸素などの活性種が還元剤と反応する量が低減せしめられ、吸蔵還元型NO_x触媒22へ十分な活性種が送られることとなる。

【0031】なお、吸蔵還元型NO_x触媒が微粒子物質を捕集可能なフィルタに担持される構成を採用してもよい。すなわち、ディーゼル機関では、パティキュレート(微粒子)の排出量が多くなるが、燃焼の改善のみでは十分にパティキュレートを低減することができないため、後処理として排気系にパティキュレートをトラップ(捕集)するフィルタが設けられる場合がある。かかる場合には、吸蔵還元型NO_x触媒をそのパティキュレートフィルタに担持させることが可能である。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、プラズマ発生装置を効率よく作動させてエネルギー消費を抑制しつつ、触媒に吸蔵された NO_x 、 SO_x 等の有害物質の放出・還元を迅速化することにより、排気ガスの浄化率の向上が図られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る内燃機関の排気浄化装置の全体構成を示す概略図である。

【図2】電子制御装置によって実行される排気浄化処理の手順を示すフローチャートである。

【図3】プラズマ発生装置への供給交流電圧の電圧値及び周波数を排気温度及び空燃比に応じて定めたマップであって触媒暖機前に適用されるものを例示する図である。

【図4】プラズマ発生装置への供給交流電圧の電圧値及

*び周波数を排気温度及び空燃比に応じて定めたマップであって触媒暖機後に適用されるものを例示する図である。

【符号の説明】

- 10…内燃機関本体
- 12…発電機
- 14…バッテリー
- 20…排気通路
- 22…吸蔵還元型 NO_x 触媒
- 24…酸化触媒
- 26…プラズマ発生装置
- 28…電力供給装置
- 30…電子制御装置（ECU）
- 32…空燃比（A/F）センサ
- 34…排気温度センサ
- 36…走行距離カウンタ

【図1】

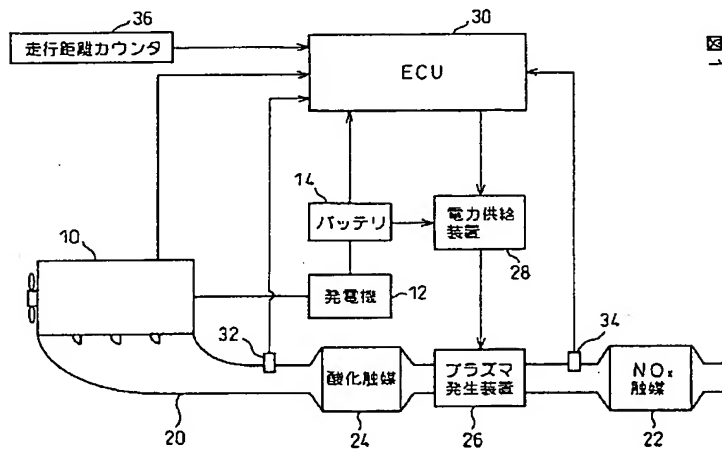


図1

【図3】

図3

電圧と周波数のマップ（触媒暖機前）

| | | | | |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|------|
| リーン ↑ A/F ↓ リッチ | 20000V 14 kHz | 14000V 14 kHz | 14000V 14 kHz | 作動停止 |
| | 20000V 12 kHz | 14000V 12 kHz | 14000V 12 kHz | 作動停止 |
| | 20000V 10 kHz | 14000V 10 kHz | 14000V 10 kHz | 作動停止 |
| | 20000V 8 kHz | 14000V 8 kHz | 14000V 8 kHz | 作動停止 |
| | 100 | 200 | 300 | 400 |
| | 排気温度 [°C] | | | |

【図4】

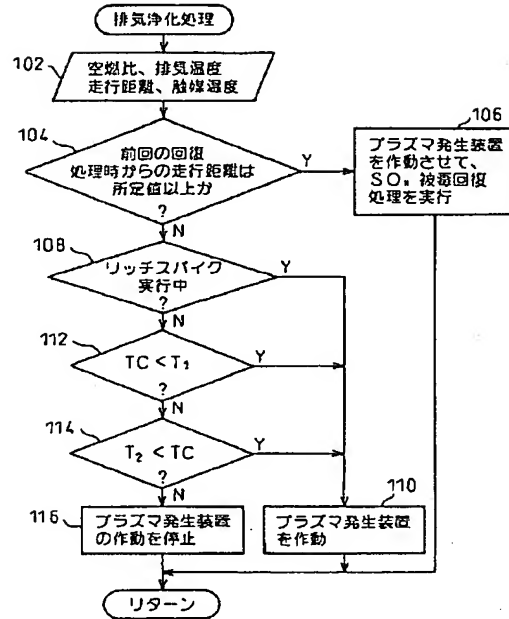
図4

電圧と周波数のマップ（触媒暖機後）

| | | | | |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|------|
| リーン ↑ A/F ↓ リッチ | 20000V 10 kHz | 14000V 10 kHz | 14000V 10 kHz | 作動停止 |
| | 20000V 8 kHz | 14000V 8 kHz | 14000V 8 kHz | 作動停止 |
| | 20000V 7 kHz | 14000V 7 kHz | 14000V 7 kHz | 作動停止 |
| | 20000V 6 kHz | 14000V 6 kHz | 14000V 6 kHz | 作動停止 |
| | 100 | 200 | 300 | 400 |
| | 排気温度 [°C] | | | |

【図2】

図2



フロントページの続き

| (51)Int.Cl. | 識別記号 | F I | テーマコード (参考) |
|--------------|-------|---------------|-------------|
| F 0 1 N 3/02 | 3 0 1 | F 0 1 N 3/20 | E |
| 3/20 | | 3/28 | 3 0 1 E |
| 3/28 | 3 0 1 | B 0 1 D 53/36 | 1 0 1 A |

(72)発明者 伊藤 和浩
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内

(72)発明者 浅沼 孝充
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内

(72)発明者 仲野 泰彰
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内

(72)発明者 吉田 耕平
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内

F ターム (参考) 3G090 AA03 EA02
3G091 AB02 AB06 AB13 AB14 BA11
BA14 DB10 EA17 EA18 EA34
EA38 FB12 HA10 HA36
4D019 AA01 BC05 BC07
4D048 AA06 AB02 BC01 CC32 CC36
CC41 CC47 CD05 CD08 DA01
DA02 DA03 DA06 DA13 DA20
EA03 EA04
4G075 AA03 AA37 BD14 CA47